

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 567 898 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **93106376.2**

(51) Int. Cl.⁵: **A61B 5/11**

(22) Anmeldetag: **20.04.93**

(30) Priorität: **01.05.92 DE 4214523**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.11.93 Patentblatt 93/44

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT DE ES FR GB IT NL SE

(71) Anmelder: **Manthey, Jürgen, Dr.**
Ebereschenstrasse 8
D-07747 Jena(DE)

(72) Erfinder: **Manthey, Jürgen, Dr.**
Ebereschenstrasse 8
D-07747 Jena(DE)

(54) **Verfahren zur Messung der Körperhaltung und -bewegung.**

(57) Zur Erfassung der Körperhaltung dient eine Ultraschallmeßstrecke. Dabei werden die Ultraschallwandler (1) auf solchen Punkten der Haut (4) positioniert, deren gegenseitiger Abstand sich bei Körperbewegungen ändert. Gleichwohl kann dieser Abstand mittels elektromagnetischer Verfahren bestimmt werden.

Eine besondere Bedeutung hat die Anwendung dieses Meßprinzips im Rahmen einer Biofeedbackmethode bei der Behandlung von Fehlhaltungen sowie zur Messung der Winkelstellung von Körpergelenken.

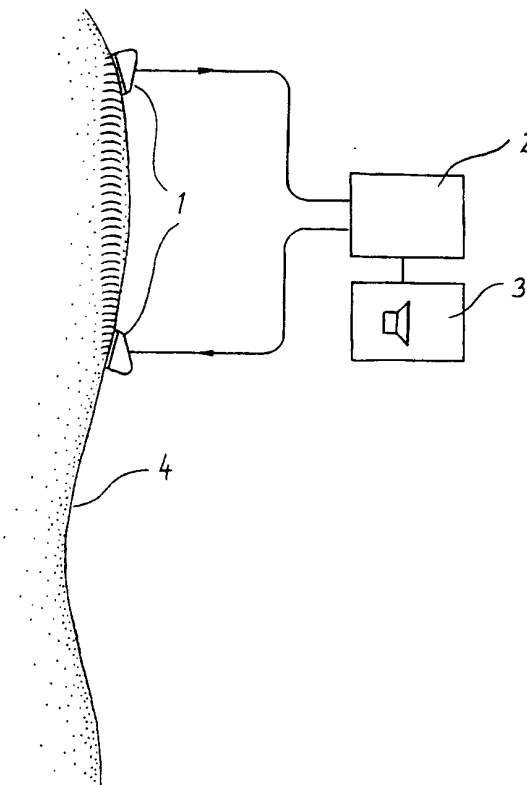


FIG. 1

EP 0 567 898 A1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Messung der Körperhaltung und -bewegung.

Für verschiedene medizinische Anwendungen wie Diagnostik der Haltungsmuskulatur, Biofeedback der Körperhaltung zur Therapie von Haltungseffern, Erfassung der Gelenkstellung von Gliedmaßen sowie Ganganalysen ist die Messung von Körperhaltungen und -bewegungen erforderlich. Für diese Aufgabe finden Verfahren auf mechanischer (US 50 82 002, DD 251 075, EP 0154 102 A2), optischer, elektromagnetischer (DF-OS 1 541 180, DE 2 715 106) und Ultraschallbasis (WO 86/03 392 A1) Anwendung.

Die bekannten Meßsysteme zur Erfassung der Körperhaltung sind z.T. apparativ aufwendig (optische Systeme), erfordern im Raum angeordnete Sensoren (Ultraschall- sowie elektromagnetische Systeme), erlauben nur eine globale Bewertung mehrerer, kombiniert erfaßter Haltungsparameter (um den Körper gelegte Schlaufen zur Messung der Rumpflänge), beeinträchtigen den Patienten bei längerer Anwendungsdauer oder sind mechanisch relativ anfällig.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein universell einsetzbares Verfahren zur Messung von Körperhaltungen und -bewegungen zu schaffen, welches präzise arbeitet und bei der Anwendung am Patienten günstige Trageeigenschaften besitzt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Meßstrecke zur Ermittlung der Ultraschall-Laufzeit gelöst. Dabei werden die Ultraschallwandler (Sender und Empfänger) auf solchen Hautpunkten des Probanden/Patienten befestigt, deren gegenseitiger Abstand sich bei Körperbewegungen ändert. Die Abstandsvariationen der ausgewählten Hautpunkte können durch die infolge der elastischen Hauteigenschaften mögliche Dehnung bzw. Kontraktion von Hautflächen bedingt sein. So wird beispielsweise die Haut über der Kniekehle beim Anwinkeln des Knies gespannt, beim Strecken des Knies kontrahiert sie faltenfrei. Aber auch Lageänderungen der Körperteile selbst (z.B. Annäherung von Ober- und Unterschenkel beim Beugen des Kniegelenkes) rufen Abstandsänderungen fixer Hautpunkte hervor.

Aufgrund der Präzision der Ultraschalltechnik werden auch dann schon für die Messungen ausreichende, bewegungsinduzierte Abstandsvariationen der Ultraschallwandler beobachtet, wenn diese in relativ geringem Abstand (Größenordnung 1 cm) zueinander auf der Haut angeordnet sind. Die Befestigung der Ultraschallwandler auf der Haut erfolgt durch Aufkleben, aber auch mittels elastischer Bänder.

Zur Erfassung der Ultraschallwandler-Abstände wird entsprechend Anspruch 2 vorzugsweise der Ultraschallweg über die oberflächlich gelegenen Körperschichten (Haut, Fettgewebe, Muskulatur)

gewählt. Um eine Schallausbreitung auf dem kürzesten Weg zwischen den Ultraschallwandlern zu gewährleisten, ist die Schalleinkopplung unter einem flachen Winkel zur Hautoberfläche zweckmäßig.

Im allgemeinen erfolgt die Distanzmessung mit kurzen Ultraschallimpulsen. Der zuerst am Ultraschallempfänger eintreffende Impuls wird für die Laufzeitmessung zugrunde gelegt. Dieses Prinzip funktioniert auch, wenn der Ultraschallweg zwischen Sender und Empfänger nicht exakt geradlinig ist, sondern Reflexionen beinhaltet.

Ein ausreichend breiter Schallfeldkegel wird erreicht, wenn der effektive Schallwandlerdurchmesser gegenüber der Ultraschallwellenlänge nicht zu groß gewählt wurde. Die Wahl der Ultraschallwellenlänge richtet sich nach dem für die Messung verwendeten Schallwandlerabstand. Große Wandlerabstände erfordern eine größere Wellenlänge, um die Ultraschallabsorption im Gewebe zu vermindern.

Prinzipiell ist auch der Ultraschallweg vom Ultraschallsender zum -empfänger über die Luft zur Messung geeignet. Allerdings wird dabei die Ultraschallausbreitung durch eventuell vorhandene Kleidungsstücke gedämpft.

Wird der Luftschallweg gewählt, ist anstelle der Laufzeitmessung von Ultraschallimpulsen auch die Phasendifferenzmessung zwischen gesendetem und empfangenem Signal zur Abstandsermittlung vorteilhaft.

Ein bedeutendes Anwendungsgebiet des erfindungsgemäßen Verfahrens ist die Biofeedbackmethode zur Verbesserung der Körperhaltung und Prophylaxe von Wirbelsäulenbeschwerden. Bei dieser Anwendung wird der Abstandsmeßwert, der dem interessierenden Haltungsparameter (z.B. Schulterblätterabstand) entspricht, durch eine Elektronikeinheit beurteilt. Grundlage für diese Beurteilung ist ein vom Arzt festgelegter und elektronisch gespeicherter Normwert. Entspricht der Meßwert nicht den Anforderungen, wird eine Signalisierungseinrichtung, die dem Patienten die Notwendigkeit einer Haltungskorrektur anzeigt, angesteuert. Die Signalisierung kann auf akustischer, elektrischer, mechanischer, optischer oder thermischer Basis beruhen.

Neben einem starr für das jeweilige Krankheitsbild festgelegten Normwert der Körperhaltung kann auch ein variables Kriterium, das den jeweiligen Therapiefortschritt sowie einen eventuellen Ermüdungszustand des Patienten berücksichtigt, zur Auslösung des Biofeedbacksignals dienen.

Während die Abstandsermittlung geeigneter Hautpositionen zur Beurteilung der Körperhaltung entsprechend Anspruch 1 der Erfindung durch eine Ultraschallmeßstrecke erfolgt, wird die Distanz der auf der Haut des Patienten befestigten Sensoren

gemäß Anspruch 5 mittels bekannter elektromagnetischer Verfahren bestimmt.

Eine Abstandsmessung mittels elektromagnetischer Verfahren ist möglich, indem man ein Sender-Empfänger-System verwendet, welches die abstandsabhängige Intensität einer elektromagnetischen Größe bestimmt. So kann die Stärke eines elektromagnetischen Hochfrequenzfeldes oder eines reinen Magnetfeldes (letzteres z.B. mittels Hallgeneratoren) gemessen werden.

Eine weitere Möglichkeit zur elektromagnetischen Abstandsermittlung ist die Messung der laufzeitabhängigen Phasendifferenz zwischen gesendetem und empfangenem Signal. Dabei ist eine in Relation zum gewählten Sender-Empfänger-Abstand angemessene Wellenlänge zu verwenden.

Für ein auf elektromagnetischer Basis beruhendes Meßsystem gelten die gleichen Anwendungsmöglichkeiten wie für ein Ultraschallsystem.

Im folgenden wird ein Beispiel zur Anwendung der Erfindung bei der Behandlung einer zu starken Krümmung der Brustwirbelsäule (Kyphose) mit Bezug auf die Ausführungsform des Verfahrens gemäß der beiliegenden Zeichnung näher beschrieben.

Die Ultraschallwandler 1 werden in vertikaler Anordnung auf die Haut 4 am Rücken des Patienten geklebt. Die Elektronikeinheit 2 mißt in kurzen zeitlichen Abständen die Laufzeit der Schallwellen von einem Ultraschallwandler zum anderen auf dem Weg durch den Körper. Ist die Ultraschall-Laufzeit durch eine zu starke Krümmung der Brustwirbelsäule größer als ein vom Arzt vorgegebener Wert, wird die Signalisierungseinrichtung 3 angesteuert. Diese löst ein akustisches Signal aus. Die Lautstärke des Tones ist anfangs gering (Erinnerungssignal) und steigert sich bis zur Wahrnehmung in der Umgebung des Patienten, wenn dieser seine Körperhaltung nicht rechtzeitig korrigiert.

Das am Körper des Patienten tragbare, mikroprozessorgesteuerte Gerät zur Anwendung des Verfahrens ist batteriebetrieben und auf Langzeitanwendung ausgelegt.

Eine spezielle Anwendung bezieht sich auf die Erfassung der Winkelstellung von Gelenken. Dabei spielt die richtige Wahl der Ultraschallwandlerpositionen eine besondere Rolle, da an Gelenken die Ultraschallausbreitung oft durch Knochengewebe gestört wird. Im Knochen ist sowohl die Ultraschallabsorption als auch die Schallgeschwindigkeit höher als im Weichteilgewebe.

Zur Messung am Knie wird vorzugsweise der Schallweg medial der Kniescheibe bei einem Ultraschallwandlerabstand von wenigen Zentimetern gewählt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Messung der Körperhaltung und -bewegung, wobei die Haltungsparameter mittels auf der Haut applizierter Ultraschallwandler (Sender und Empfänger) erfaßt werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Positionierung der Ultraschallwandler (1) auf solchen Punkten der Haut (4) erfolgt, deren gegenseitiger Abstand bei Körperbewegungen aufgrund der damit verbundenen Dehnung bzw. Kontraktion von Hautflächen oder durch Lageänderungen von Körperteilen variiert, und dieser Effekt durch eine Abstandsermittlung zwischen den Ultraschallwandlern (1) über die Ultraschall-Laufzeit gemessen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Abstandsermittlung auf dem Ultraschallweg durch die oberflächlich gelegenen Körperschichten erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die aktuellen Haltungsparameter durch eine Elektronikeinheit (2) bewertet werden und bei ungünstiger Körperhaltung eine Signalisierungseinrichtung (3) angesteuert wird, die dem Patienten die Notwendigkeit einer Haltungskorrektur - im Sinne eines Biofeedback - anzeigt.
4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Positionierung der Ultraschallwandler (1) auf Hautflächen (4) im Bereich der Körpergelenke zwecks Erfassung der Winkelstellung von Gliedmaßen erfolgt.
5. Verfahren zur Messung der Körperhaltung und -bewegung, wobei die Haltungsparameter mittels auf der Haut befestigter, elektromagnetisch wirkender Sensoren (Sender und Empfänger) erfaßt werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Positionierung der Sensoren auf solchen Punkten der Haut erfolgt, die bei Körperbewegungen aufgrund der Hautelastizität gedehnt werden oder kontrahieren, und dieser Effekt durch eine Abstandsermittlung zwischen den Sensoren gemessen wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die aktuellen Haltungsparameter durch eine Elektronikeinheit bewertet werden und bei ungünstiger Körperhaltung eine Signalisierungseinrichtung angesteuert wird, die dem Patienten die Notwendigkeit einer Haltungskorrektur - im Sinne eines Biofeedback - anzeigt.

7. Verfahren nach den Ansprüchen 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Positionierung der elektromagnetischen Sensoren auf Hautflächen im Bereich der Körpergelenke zwecks Erfassung der Winkelstellung von Gliedmaßen erfolgt.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

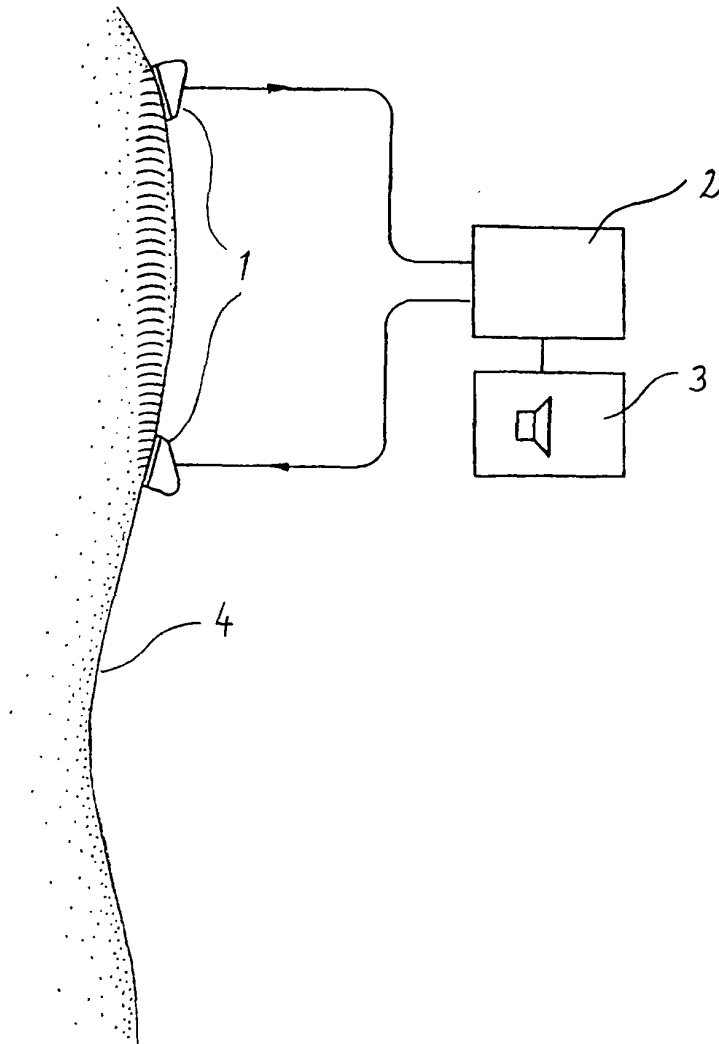


FIG. 1



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 93 10 6376

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
Y	FR-A-2 449 433 (MAUGER) * Seite 2, Zeile 11 - Seite 5, Zeile 16; Abbildungen *	1	A61B5/11
A	---	3-7	
D,Y	WO-A-8 603 392 (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT ÖSTERREICH) * Seite 3, Zeile 21 - Seite 8, Zeile 2; Abbildung 1 *	1	
X	--- PROCEEDINGS OF THE ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE IEEE ENGINEERING IN MEDICINE AND BIOLOGY SOCIETY Bd. 11, November 1989, US Seiten 1118 - 1119 JENSEN ET AL. 'A fiber optic angular sensor for biomedical applications' * das ganze Dokument *	5	
A	---	7	
X	MEDICAL AND BIOLOGICAL ENGINEERING AND COMPUTING Bd. 15, Nr. 4, Juli 1977, STEVENAGE, GB Seiten 446 - 449 JACKSON 'Linearity of radio-frequency transducers.' * das ganze Dokument *	5	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
D,A	DE-A-2 715 106 (SIEMENS AG) * Seite 6, Zeile 11 - Seite 10, Zeile 38; Abbildungen 1-4 *	5	A61B G01B A61C

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 25 AUGUST 1993	Prüfer CHEN A.H.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		I : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	